

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-217434

(43)Date of publication of application : 02.08.2002

(51)Int.Cl.

H01L 31/04

B23K 1/00

B23K 1/20

B23K 35/26

(21)Application number : 2001-011603

(71)Applicant : SHARP CORP

(22)Date of filing : 19.01.2001

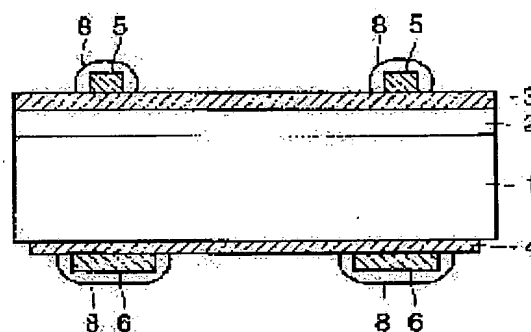
(72)Inventor : TANAKA SATOSHI

(54) SOLAR CELL, INTERCONNECTOR AND STRING FOR THE SOLAR CELL

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a solar battery which can maintain proper cell characteristics and is coated with a lead-free solder which does not contain lead.

SOLUTION: This solar battery includes electrodes 5, 6 which are coated with a lead-free solder which does not contain lead.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 24.01.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 07.03.2006

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection] 2006-06321

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection] 05.04.2006

[Date of extinction of right]

* NOTICES *

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The solar battery which has the electrode by which coating was carried out by the lead-free soldering which does not contain lead.

[Claim 2] The solar battery according to claim 1 characterized by said electrode being an electrode formed by calcinating a paste.

[Claim 3] The solar battery according to claim 1 characterized by said electrode being an electrode formed by either metal vacuum deposition, the sputtering method or the galvanizing method.

[Claim 4] Said lead-free soldering is a solar battery according to claim 1 characterized by being Sn-Bi-Ag system solder.

[Claim 5] Said lead-free soldering is a solar battery according to claim 1 characterized by being Sn-Ag system solder.

[Claim 6] Said paste is a solar battery according to claim 2 characterized by containing the end of silver dust, glass powder, an organic vehicle, an organic solvent, oxidation ***, and a halogenide.

[Claim 7] The solar battery which has the electrode by which coating was carried out by the lead-free soldering which does not contain lead after being washed by the flux which consists of resin, a solvent, and a resin stabilizer.

[Claim 8] Interconnector for solar batteries by which coating was carried out by lead-free soldering.

[Claim 9] The string who wired by the interconnector for solar batteries by which coating was carried out by the lead-free soldering which does not contain lead in the solar battery which has the electrode by which coating was carried out by the lead-free soldering which does not contain lead.

[Claim 10] the lead-free soldering used for said solar battery, the lead-free soldering used for said interconnector, and ** -- the string according to claim 9 who is the same presentation.

[Claim 11] The lead-free soldering used for said solar battery, or the string of lead-free soldering ** used for said interconnector according to claim 9 who contains Bi in either at least.

[Claim 12] The solar battery according to claim 4 said whose content of Bi is 3 - 89 % of the weight.

[Claim 13] The string according to claim 11 said whose content of Bi is 3 - 89 % of the weight.

[Claim 14] The lead-free soldering used for said solar battery, or the string of lead-free soldering ** used for said interconnector according to claim 9 who contains Ag in either at least.

[Claim 15] The solar battery according to claim 5 whose content of said Ag is 3.5 - 4.5 % of the weight.

[Claim 16] The string according to claim 14 whose content of said Ag is 3.5 - 4.5 % of the weight.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIP I are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to a solar battery especially the solar battery coated with lead-free soldering and a string, and its ingredient.

[0002]

[Description of the Prior Art] The structure of the solar battery in the case of performing solder coating is shown in drawing 1. n mold diffusion layer 2 is formed in the one side side used as the light-receiving side of the P type silicon substrate 1 where etching was performed, and the antireflection film 3 for reducing a surface reflection factor is further formed on the n mold diffusion layer 2. On the other hand, the rear-face aluminum electrode 4 is formed in the rear face of the P type silicon substrate 1. Furthermore, the silver electrodes 5 and 6 are formed in a part of rear face of the P type silicon substrate 1, and the antireflection film 3 by the side of a light-receiving side. And coating by the solder layer 7 is performed to the silver electrodes 5 and 6.

[0003] Such a solar battery was manufactured by the approach as shown in drawing 2. That is, in the case of crystal system silicon, it etches to the P type silicon substrate 1 first. This is a substrate etching process. And n mold diffusion layer formation process which forms n mold diffusion layer 2 in the one side side used as a light-receiving side is performed to the etched P type silicon substrate 1, and the antireflection film formation process which forms the antireflection film 3 for reducing a surface reflection factor on it is performed.

[0004] And with screen printing, aluminum paste is calcinated at it in an oxidizing atmosphere at an elevated temperature, after printing and drying the whole surface in the rear face of the P type silicon substrate 1 mostly, and the rear-face aluminum electrode 4 is formed in it. This is rear-face aluminum paste printing and desiccation / baking process.

[0005] Furthermore, with screen printing, a silver paste is printed in the shape of a pattern to a part of rear face of the P type silicon substrate 1, and the antireflection film by the side of a light-receiving side, it calcinates in an oxidizing atmosphere at an elevated temperature, and the silver electrodes 5 and 6 are formed. That is, make it calcinate by performing rear-face silver paste printing / desiccation process dried after performing rear-face silver paste printing, and form the silver electrode 6, light-receiving ***** paste / desiccation process further dried after performing light-receiving **** paste printing is made to calcinate by carrying out, and the silver electrode 5 is formed. In addition, when making the silver electrode 5 and the silver electrode 6 calcinate, it is possible to perform the coincidence baking process which coincidence is made to calcinate. Then, the solar battery element formed as mentioned above is made immersed for several 10 seconds in ordinary temperature to the flux containing an activator. This is a flux immersion process. After making a solar battery element immersed to flux, warm air desiccation is carried out, it is immersed in the 6:4 eutectic solder bath containing silver for about 1 minute 2 about 195-degree C% of the weight, and coating by the solder layer 7 is performed to the silver electrodes 5 and 6. This is a solder coating process.

[0006] After coating by the solder layer 7 is completed and repeating ultrasonic cleaning in ordinary temperature underwater or the inside of warm water several times, a pure-water rinse

is performed at the last and warm air desiccation is performed. This is washing / desiccation process. According to the process mentioned above, manufacture is manufactured in a solar battery.

[0007] On the other hand, the string who connected the solar battery by interconnector is shown in drawing 3 . That is, drawing 3 is drawing showing the conventional string, coating of the surface main electrode 11 of a solar battery 10 is carried out with 6:4 solder, and two or more solar batteries 10 are connected by the interconnector 12 by which coating was carried out with 6:4 solder. Such a string was manufactured by the approach as shown below. That is, the interconnector 12 which coated copper lead wire with 6:4 eutectic solder is connected to the main electrode 11 of a solar battery 10 by carrying out melting and cooling solidification by hot blast spraying of about 400 degrees C in piles. This was repeated with the table and the flesh side, the string was produced, and manufacture of a solar cell module was presented.

[0008] In recent years, the damage from a viewpoint of an environmental problem to the leaden body is regarded as questionable, and development is progressing in the direction which does not use lead from various devices. And also in manufacture of a solar battery, it is strongly anxious for manufacturing in the state of the lead free-lancer who does not contain lead from the industry.

[0009] However, the solar battery using a lead free-lancer's solder was not produced until now. For example, when solder coating was performed by Sn bath excluding lead from the conventional 6:4 eutectic solder, the silver in a silver paste sintered compact will be incorporated during Sn bath, and there was a problem that-izing of the electrode could not be disappeared and carried out [solar battery] in some places. This is considered to be because for about 50 degrees C of melting points of Sn to have become an elevated temperature compared with 231.9 degrees C and 183 degrees C of 6:4 eutectic solder.

[0010]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] This invention is for solving an above-mentioned problem, and it is in offering the solar battery coated by the lead-free soldering which maintains a good cel property and does not contain lead. Moreover, this invention aims also at offering the string who connected the solar battery by such interconnector and who has dependability while it offers the interconnector which has the lead wire coated with lead-free soldering.

[0011]

[Means for Solving the Problem] The solar battery concerning this invention is a solar battery which has the electrode by which coating was carried out by the lead-free soldering which does not contain lead.

[0012] Moreover, the solar battery concerning this invention is a solar battery characterized by said electrode being an electrode formed by calcinating a paste.

[0013] Moreover, the solar battery concerning this invention is a solar battery characterized by said electrode being an electrode formed by either metal vacuum deposition, the sputtering method or the galvanizing method.

[0014] Moreover, the solar battery concerning this invention is a solar battery characterized by said lead-free soldering being Sn-Bi-Ag system solder.

[0015] Moreover, the solar battery concerning this invention is a solar battery characterized by said lead-free soldering being Sn-Ag system solder.

[0016] Moreover, the solar battery concerning this invention is a solar battery characterized by said paste containing the end of silver dust, glass powder, an organic vehicle, an organic solvent, oxidation ****, and a halogenide.

[0017] Moreover, the solar battery concerning this invention is a solar battery which has the electrode by which coating was carried out by the lead-free soldering which does not contain lead, after being washed by the flux which consists of resin, a solvent, and a resin stabilizer.

[0018] Moreover, the interconnector for solar batteries concerning this invention is the interconnector for solar batteries by which coating was carried out by lead-free soldering.

[0019] Moreover, the string concerning this invention is a string who wired by the interconnector for solar batteries by which coating was carried out by the lead-free soldering which does not contain lead in the solar battery which has the electrode by which coating was carried out by the

lead-free soldering which does not contain lead.

[0020] moreover, the lead-free soldering by which the string concerning this invention is used for said solar battery, the lead-free soldering used for said interconnector, and ** -- he is the string who is the same presentation.

[0021] Moreover, the string concerning this invention is a string of the lead-free soldering used for said solar battery, or lead-free soldering ** used for said interconnector who contains Bi in either at least.

[0022] Moreover, the solar battery concerning this invention is a solar battery said whose content of Bi is 3 - 89 % of the weight.

[0023] Moreover, the string concerning this invention is a string said whose content of Bi is 3 - 89 % of the weight.

[0024] Moreover, the string concerning this invention is a string of the lead-free soldering used for said solar battery, or lead-free soldering ** used for said interconnector who contains Ag in either at least.

[0025] Moreover, the solar battery concerning this invention is a solar battery whose content of said Ag is 3.5 - 4.5 % of the weight.

[0026] Moreover, the string concerning this invention is a string whose content of said Ag is 3.5 - 4.5 % of the weight.

[0027] The solar battery concerning this invention is a solar battery which has the electrode by which coating was carried out by the lead-free soldering which does not contain lead. By coating to the electrode of a solar battery, it is possible to protect an electrode from the humidity in a mechanical impact and an ambient atmosphere. Moreover, by coating to the electrode of a solar battery, in case solar batteries are connected in interconnector, it is possible to make wiring easy.

[0028] Drawing 4 is a solar battery concerning this invention, and is the same as the conventional solar battery of drawing 1 except solder layer 8. That is, although the solder layer 8 was the solder layer 7 which is 6:4 eutectic solder conventionally, it is the solder layer 8 which is lead-free soldering in this example.

[0029] As lead-free soldering, it is possible to use Sn-Bi-Ag system solder or Sn-Ag system solder. Sn-Bi-Ag system solder or Sn-Ag system solder is solder with the melting point lower than Sn solder. Here, Sn-Bi-Ag system solder is Sn-Bi-Ag system solder containing 0.1% or more of Ag. Moreover, Sn-Ag system solder is Sn-Ag system solder containing 0.1% or more of Ag. In Sn-Bi-Ag system solder, if the content of Bi is 3 - 89 % of the weight, it is suitable. Moreover, it is still more suitable if the content of Bi is 35 - 60 % of the weight. Thus, setting up the content of Bi is based on the following reasons. That is, in order to perform a solder DIP process satisfactory, it is desirable to carry out at about 195 degrees C which is the present DIP temperature, and it is necessary to carry out below 225 degrees C which is a limitation practical in respect of a property, dependability, etc. at least. In 0.1%Ag content, Bi is 5 - 88 % of the weight, and, in 1.3%Ag content, ** of the presentation used as the melting point of 225 degrees C or less is 3 - 89 % of the weight. On the other hand, in 0.1%Ag content, Bi is 27 - 79 % of the weight, and, in 1.8%Ag content, Bi of the presentation used as the melting point of 195 degrees C or less is 35 - 60 % of the weight. As mentioned above, in Sn-Bi-Ag system solder, if the content of Bi is 3 - 89 % of the weight, it is suitable. Therefore, if the content of Bi is 3 - 89 % of the weight, it is suitable, and it is still more suitable if it is 35 - 60 % of the weight. Ag of the presentation which serves as the melting point of 225 degrees C or less in Sn-Ag system solder similarly is 3.5 - 4.5 % of the weight. On the other hand, the presentation used as the melting point of 195 degrees C or less does not exist by this system. As mentioned above, in Sn-Ag system solder, the content of Ag is suitable for 3.5 - 4.5 % of the weight.

[0030] As a silver paste used in case the electrode of a solar battery is produced, the end of silver dust, glass powder, an organic vehicle, and an organic solvent can be used as a principal component, and the silver paste ingredient characterized by including an iridium chloride and oxidation **** can be used. Moreover, as flux used in case the electrode of a solar battery is produced, it consists only of poly alkyl glycol system resin and a solvent, and the flux ingredient characterized by not including an activator can be used. That is, the flux which consists of resin,

a solvent, and a resin stabilizer can be used, and an electrode can be coated with lead-free soldering after being washed by the flux which consists of resin, a solvent, and a resin stabilizer. [0031] The electrode of a solar battery can be formed by calcinating a paste, and can also be formed by either metal vacuum deposition, the sputtering method or the galvanizing method.

[0032] Moreover, the interconnector concerning this invention is the interconnector for solar batteries by which coating was carried out by lead-free soldering.

[0033] Moreover, the string concerning this invention is a string who wired by the interconnector which has the lead wire by which coating was carried out by the lead-free soldering which does not contain lead in the solar battery which has the electrode by which coating was carried out by the lead-free soldering which does not contain lead. Drawing 5 shows the string using the solar battery concerning this invention, coating of the surface main electrode 21 of a solar battery 10 is carried out by lead-free soldering, and two or more solar batteries 10 are connected by the interconnector 22 which has the lead wire by which coating was carried out by lead-free soldering. Here, if the lead-free soldering used for a solar battery and the lead-free soldering used for interconnector are the same presentations, the advantage that processing in a production process is easy and stable will be acquired. In addition, since each melting points differ when it is the presentation from which the lead-free soldering used for a solar battery and the lead-free soldering used for interconnector are different, the delicate temperature control in a soldering process etc. is needed.

[0034] Moreover, there is the following effectiveness by [of the lead-free soldering used for a solar battery, or lead-free soldering ** used for interconnector] containing Ag in either at least. Namely, it is effective in delaying remarkably the elution of Ag contained in Ag paste electrode of a solar battery to include Ag in the lead-free soldering used for a solar battery. It is possible to, reduce the elution of Ag from Ag paste electrode in an interconnector soldering process on the other hand by including Ag in the lead-free soldering used for interconnector, even when Ag is not contained in solar-battery electrode side solder.

[0035] Moreover, when [of the lead-free soldering used for a solar battery, or lead-free soldering ** used for interconnector] it contains Bi in either at least, it is possible to connect the electrode of a solar battery and the lead wire of interconnector, without lowering the melting point of lead-free soldering. Here, the content of Bi is suitable if it is 3 - 89 % of the weight, and if it is 35 - 60 % of the weight, it is still more suitable. When at least one side of the lead-free soldering which similarly is used for the lead-free soldering used for a solar battery or interconnector is a Sn-Ag system, 3.5 - 4.5 % of the weight is suitable for the content of the Ag.

[0036]

[Embodiment of the Invention] (Gestalt 1 of operation) As shown in drawing 4, n mold diffusion layer 2 was formed in the single-sided front face of the P type silicon substrate 1 by which texture etching was carried out by the thermal diffusion of P, and the silicon nitride was formed by the plasma-CVD method as an antireflection film 3 on it. The commercial aluminum paste was printed with screen printing, it calcinated at the rear face in air after desiccation at about 150 degrees C, and the rear-face aluminum electrode 4 was formed in it.

[0037] n mold diffusion layer 2 and an antireflection film 3 can be formed in a single-sided front face, and electrode formation can be further performed to the P type silicon substrate 1 which formed the rear-face aluminum electrode 4 in the rear face by silver paste baking, vacuum deposition, the sputtering method, or the galvanizing method.

[0038] When silver paste baking performs electrode formation, the procedure shown below can perform. Namely, with mull technique, the silver paste which consists of a presentation of Table 1 is printed in the predetermined location of the rear face of the P type silicon substrate 1 at about 30-micron thickness, and is dried at 150 degrees C for about 4 minutes. Subsequently, the silver electrodes 5 and 6 on the rear face of a table can be formed by printing a silver paste in the shape of a pattern to the light-receiving side side of the P type silicon substrate 1, and calcinating for 2 minutes under 600-degree C temperature conditions and in an oxidizing atmosphere after desiccation.

[0039]

[Table 1]

成 分	比率 (wt%)
銀粉	79
ガラスフリット	2.5
有機ビヒクル	7.5
五酸化りん	0.1
溶剤	10.895
塩化イリジウム	0.005

[0040] Moreover, when performing electrode formation with vacuum deposition, the procedure shown below can perform. That is, after extracting a predetermined pattern, carrying out etching removal of the antireflection film by HF and drying an antireflection-film front face by the resist method, it vapor-deposits by 0.1, 0.1, and the thickness of 1 micrometer in order of Ti, Pd, and Ag under about 70-degree C temperature conditions, respectively. Then, after making a resist exfoliate, a silver electrode can be formed by heat-treating under 350-degree C temperature conditions and in nitrogen. In addition, when forming a silver electrode by the sputtering method, the procedure of electrode formation can be carried out like the procedure by vacuum deposition.

[0041] Moreover, when performing electrode formation by the galvanizing method, the procedure shown below can perform. That is, by the resist method, a predetermined pattern is extracted on an antireflection-film front face, and etching removal is performed for the antireflection film on it by HF. And after performing plating pretreatment, the nonelectrolytic plating of nickel and Ag is formed by 0.5 and the thickness of 2.5 micrometers, respectively. Resist exfoliation can be performed after that and a silver electrode can be formed by heat-treating in 150-degree-C nitrogen.

[0042] It can be immersed into the flux of a presentation of the photovoltaic cell in which the silver electrode was made to form of Table 2, and can be immersed in the solder bath of a presentation shown in Table 3 after hot air drying, and the solder layer 8 can be formed. It is possible to make solder contain minute amount *****, antimony, and a gallium for the improvement in wettability. Then, it was made to dry and the solar battery was completed, after performing a rinse by pure water or hot pure water. In addition, although Sn-Bi-Ag system solder and Sn-Ag system solder are indicated as lead-free soldering in Table 3, an electrode can be covered even if it is which thing.

[0043]

[Table 2]

成 分	比率 (wt%)
ポリアルキルグリコール系樹脂	49.9
アルコール	49.9
アミン系安定剤	0.2

[0044]

[Table 3]

鉛フリーはんだ	ディップ温度 (°C)
Sn-Bi-Ag 系	193
Sn-Ag	222

[0045] The characteristic inspection of this solar battery was conducted and FF value judged that 0.69 or less thing is poor. When the phenomenon, i.e., the phenomenon in which the silver in a silver paste sintered compact will be incorporated during Sn bath, and-izing of the electrode cannot be disappeared and carried out [solar battery] in some places, in which a silver paste sintered compact is consumed by the solder bath occurs, FF value falls sharply and can judge a defect easily. Only the Sn as a conventional method shows a comparison result with a bath in

Table 4. Formation of an electrode used each formation approach of the paste calcinating method, vacuum deposition, the sputtering method, and the galvanizing method. In addition, the number of trials was 5. The plating presentation concerning this invention covered the electrode with the both sides of Sn-Bi-Ag system solder or Sn-Ag system solder.

[0046]

[Table 4]

	はんだ組成	FF 不良数			
		バースト焼成法	蒸着法	スパッタリング法	めっき法
本発明	表 3	0/5	0/5	0/5	0/5
従来法	Sn のみ	5/5	5/5	5/5	5/5

[0047] In the case of which [of a Sn-Bi-Ag system or a Sn-Ag system], that judge that is poor in FF value did not have a solder presentation irrespective of the electrode formation approach. On the other hand, even if it was the case where a solder presentation was [the electrode formation approaches] any only in the case of Sn, the defect of FF value was judged in all with five trials.

[0048] Therefore, even if it is which electrode formation approach of the paste calcinating method, vacuum deposition, the sputtering method, and the galvanizing methods by using the Sn-Bi-Ag system solder or Sn-Ag system solder which is low temperature-ized solder compared with Sn solder, he can understand that good solder coating is possible to a metal electrode.

[0049] In addition, copper etc. can be used as an upper metal instead of using silver as the upper metal, even if it is which electrode formation approach of the paste calcinating method, vacuum deposition, the sputtering method, and the galvanizing methods. In addition, as for the upper metal, in the case of the galvanizing method or vacuum deposition, it is common to form 2-3 kinds of metals in order, but it is a metal in the layer of the outermost part in that case.

Moreover, in the galvanizing method, electrode formation can be performed not only by nonelectrolytic plating but by the electrolysis galvanizing method. Moreover, it is only that the solar battery concerning this invention changes a solder ingredient, and in any way, there is no complexity and it can apply all the conventional solar-battery formation processes as they are.

[0050] (Gestalt 2 of operation) The silver paste ingredient to a lead-free soldering ingredient was compared. As a silver paste, the silver paste containing the end of silver dust, glass powder, an organic vehicle, an organic solvent, oxidation ****, and a halogenide was used. Specifically, it is the silver paste indicated in Table 1. On the other hand, as an example of a comparison, the silver paste (DuPont company 8050S) of a commercial item was used. The same cel-ized procedure was used as the gestalt 1 of operation indicated as a procedure of cel-izing. In addition, the technique same as the electrode formation technique as the gestalt 1 of operation was used. It is as the gestalt 1 of the operation also as an assesment method about FF value having explained. A result is shown in Table 5. The number of trials was set to 5.

[0051]

[Table 5]

	はんだの組成	FF 不良数	
		表 1 記載の銀ペースト	市販の銀ペースト
本発明	表 3	0/5	5/5
従来法	Sn のみ	5/5	5/5

[0052] When which solder of Sn-Bi-Ag system solder or Sn-Ag system solder was used and an electrode was formed as a solder ingredient using a silver paste given in Table 1, the poor number of poor FFs did not have FF value. On the other hand, when Sn solder was used, even if it formed the electrode using the silver paste given in Table 1, in all with five trials, FF was poor. In addition, when which solder of Sn-Bi-Ag system solder or Sn-Ag system solder was used and an electrode was formed using a commercial silver paste, in all with five trials, FF was poor. Moreover, when Sn solder was used and an electrode was formed using a commercial silver paste, in all with five trials, FF was poor. When an electrode is formed from the result of Table 5

using a commercial silver paste, even if it is the solder bath indicated in Table 3, it turns out that solder coating is inadequate.

[0053] (Gestalt 3 of operation) The flux ingredient was compared with the gestalt 3 of operation. The silver paste used for electrode formation used what was indicated in Table 1. Flux compared both using the flux indicated in Table 2, and the flux (SFmade from SANWA chemistry- 60) of a commercial item. In addition, the flux (SFmade from SANWA chemistry- 60) of a commercial item contains the halogenated compound.

[0054] The same cel-ized procedure was used as the gestalt 1 of operation indicated as a procedure of cel-izing. In addition, the technique same as the electrode formation technique as the gestalt 1 of operation was used. It is as the gestalt 1 of the operation also as an assesment method about FF value having explained. The number of trials was set to 5. The number of poor FFs in case FF value becomes poor was judged.

[0055] On the other hand, the visual inspection after a humidity test (85 degrees C, 85%RH, 500h) was added as simple reliability evaluation. It turns out that this humidity test carries out the cel which finished solder coating to the cel which carried out washing desiccation by the above-mentioned approach, corrosion powder is generated and a defect can be easily distinguished or solder and silver will discolor, if washing of staining substances, such as a halogen, is inadequate. What was distinguished from the defect was judged that dependability is poor as a result of the humidity test. The result of the above-mentioned number of poor FFs and the result of the number of poor dependability are shown in Table 6.

[0056]

[Table 6]

	はんだ組成	評価項目	フラックス	
			表 2 記載	市販品
本発明	表 3	FF 不良数	0/5	0/5
		信頼性不良数	0/5	4/5
従来法	Snのみ	FF 不良数	5/5	5/5
		信頼性不良数	-	-

[0057] If a lead-free soldering presentation is used from the result of Table 6 when flux given in Table 2 is used, there is no number of defects in electrode coating, and he can understand that there is moreover no number of defects also in dependability. If a lead-free soldering presentation is used on the other hand when the flux containing a commercial activator is used, although electrode coating can be performed, in dependability, most becomes poor and it turns out that it is not practical.

[0058] (Gestalt 4 of operation) The gestalt 4 of operation estimated soldering nature and the dependability in a string condition, when the solder presentation which covers the electrode of a solar battery, the solder presentation which covers the lead wire by the side of interconnector, and ** combined. Flux is not used in soldering. A result is shown in Table 7.

[0059]

[Table 7]

太陽電池側 はんだ組成	インターコネクター側 はんだ組成	はんだ付き性	ストリング状態 での信頼性
Sn-Bi-Ag	Sn-Bi-Ag	○	○
Sn-Bi-Ag	Sn-Ag	○	○
Sn-Ag	Sn-Bi-Ag	○	○
Sn-Ag	Sn-Ag	○	○

[0060] As a result, it faces forming a string in any combination, wiring connection is possible, and it turns out that it moreover also has the dependability in a string condition.

[0061]

[Example] The solar battery concerning this invention as shown in drawing 4 was produced by the following technique. That is, by 330 microns in thickness by which texture etching was

carried out, n mold diffusion layer 2 which has the field resistance of about 50ohms / ** in the single-sided front face of the P type silicon substrate 1 of 125mm square shape by the 900-degree C thermal diffusion of P was formed, and about 60nm silicon nitride was formed by the plasma-CVD method as an antireflection film 3 on it. The commercial aluminum paste 4 was printed at the rear face with screen printing, it calcinated at it at 700 degrees C after desiccation and among air by about 150 degrees C, and the flesh-side aluminum electrode 4 was formed in it.

[0062] Then, the electrode was formed by the silver paste calcinating method. Namely, the silver paste 6 which consists of a presentation of Table 1 was printed to the position on the back in the law at about 30-micron thickness, and it dried at 150 degrees C for about 4 minutes. Subsequently, the silver electrode on the rear face of a table was formed by calcinating the silver paste 5 for 2 minutes in 600 degrees C and an oxidizing atmosphere after printing / desiccation in the shape of a pattern to a light-receiving side side.

[0063] Thus, it was immersed for 1 minute under ordinary temperature into the flux of a presentation of the produced solar-battery-ized cel of Table 2, and was immersed in the solder bath of the presentation shown in Table 3 for 1 minute after hot air drying for [100 degrees-C] 1 minute, and the solder layer 8 was formed. In solder, minute amount *****, antimony, and a gallium contain for the improvement in wettability. This was dried after the rinse for a total of 5 minutes by pure water and hot pure water, and the solar battery was completed.

[0064] Moreover, width of face is immersed by 2mm in the copper wire whose thickness is 0.2mm at the solder bath of a desired presentation, and the interconnector concerning this invention can be manufactured by the approach of rolling round with constant speed and pulling out.

[0065] Moreover, the string concerning this invention is manufactured as follows. That is, as shown in drawing 3 , once setting the interconnector cut into the desired die length so that the light-receiving side electrode of a solar battery may be touched, spraying every interconnector degrees C [about 400 degrees C] hot blast and dissolving the solder, interconnector and a solar battery are made to unify by cooled and solidifying. Then, it is possible to manufacture the string concerning this invention by reversing a solar battery and performing the same process also to the rear-face lateral electrode of a solar battery.

[0066] In addition, it should be thought that the gestalt and example of operation which were indicated this time are [no] instantiation at points, and restrictive. The range of this invention is shown by the above-mentioned not explanation but claim, and it is meant that all modification in a claim, equal semantics, and within the limits is included.

[0067]

[Effect of the Invention] It is the solar battery by which coating was carried out by the lead-free soldering which does not contain lead, and solving an environmental problem, it maintains a good cel property and the solar battery concerning this invention is a reliable solar battery. Moreover, the string who connected the solar battery concerning this invention by the interconnector for solar batteries by which coating was carried out by lead-free soldering is a string who has dependability, solving an environmental problem. In case the solar battery concerning this invention manufactures the conventional solar battery, it can be manufactured only by changing a solder ingredient. Therefore, the solar battery simply built over this invention can be manufactured by using the manufacture approach of the conventional solar battery.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and NCIP I are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the sectional view of the conventional solar battery.

[Drawing 2] It is drawing explaining the production process of a solar battery.

[Drawing 3] It is drawing explaining the conventional string.

[Drawing 4] It is the sectional view of the solar battery concerning this invention.

[Drawing 5] It is drawing explaining the string concerning this invention.

[Description of Notations]

1 A P type silicon substrate, 2 n mold diffusion layer, 3 An antireflection film, 4 5 A rear-face aluminum electrode, 6 A silver electrode, 7 A solder layer, 8 A solder layer, 10 A solar battery, 11 The main electrode, 12 by which coating was carried out with 6:4 solder The interconnector, 21 by which coating was carried out with 6:4 solder The main electrode, 22 by which coating was carried out by lead-free soldering Interconnector by which coating was carried out by lead-free soldering.

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-217434

(P2002-217434A)

(43) 公開日 平成14年8月2日(2002.8.2)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

ターム(参考)

H 0 1 L 31/04

B 2 3 K 1/00

3 3 0 E 5 F 0 5 1

B 2 3 K 1/00

3 3 0

1/20

F

1/20

35/26

3 1 0 A

35/26

3 1 0

H 0 1 L 31/04

H

審査請求 未請求 請求項の数16 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号

特願2001-11603(P2001-11603)

(71) 出願人 000005049

シャープ株式会社

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号

(22) 出願日

平成13年1月19日(2001.1.19)

(72) 発明者 田中 聡

大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シ

ャープ株式会社内

(74) 代理人 100064746

弁理士 深見 久郎

Fターム(参考) 5F051 AA02 CB13 CB15 CB20 CB27

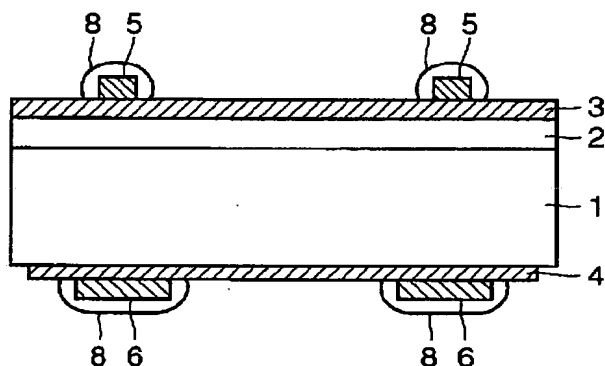
CB30 EA02 FA06 FA10

(54) 【発明の名称】 太陽電池、太陽電池用インターコネクターおよびストリング

(57) 【要約】

【課題】 良好なセル特性を維持し、かつ、電極を鉛を含まない鉛フリーはんだによりコーティングした太陽電池を提供すること。

【解決手段】 鉛を含まない鉛フリーはんだでコーティングされた電極5、6を有する太陽電池。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 鉛を含まない鉛フリーはんだでコーティングされた電極を有する太陽電池。

【請求項 2】 前記電極が、ペーストを焼成することにより形成された電極であることを特徴とする請求項 1 記載の太陽電池。

【請求項 3】 前記電極が、金属蒸着法、スパッタリング法、もしくは、めっき法のいずれかにより形成された電極であることを特徴とする請求項 1 記載の太陽電池。

【請求項 4】 前記鉛フリーはんだは、Sn-Bi-Ag 系はんだであることを特徴とする請求項 1 記載の太陽電池。

【請求項 5】 前記鉛フリーはんだは、Sn-Ag 系はんだであることを特徴とする請求項 1 記載の太陽電池。

【請求項 6】 前記ペーストは、銀粉末と、ガラス粉末と、有機質ビヒクルと、有機溶媒と、酸化りんと、ハロゲン化合物と、を含有することを特徴とする請求項 2 記載の太陽電池。

【請求項 7】 樹脂と溶剤と樹脂安定剤とからなるフラックスで洗浄された後、鉛を含まない鉛フリーはんだでコーティングされた電極を有する太陽電池。

【請求項 8】 鉛フリーはんだでコーティングされた太陽電池用インターコネクター。

【請求項 9】 鉛を含まない鉛フリーはんだでコーティングされた電極を有する太陽電池を、鉛を含まない鉛フリーはんだでコーティングされた太陽電池用インターコネクターで配線したストリング。

【請求項 10】 前記太陽電池に使用される鉛フリーはんだと、前記インターコネクターに使用される鉛フリーはんだと、は同じ組成である請求項 9 記載のストリング。

【請求項 11】 前記太陽電池に使用される鉛フリーはんだ、もしくは、前記インターコネクターに使用される鉛フリーはんだ、の少なくともいずれか一方に Bi を含有する請求項 9 記載のストリング。

【請求項 12】 前記 Bi の含有量が、3～89 重量%である請求項 4 記載の太陽電池。

【請求項 13】 前記 Bi の含有量が、3～89 重量%である請求項 11 記載のストリング。

【請求項 14】 前記太陽電池に使用される鉛フリーはんだ、もしくは、前記インターコネクターに使用される鉛フリーはんだ、の少なくともいずれか一方に Ag を含有する請求項 9 記載のストリング。

【請求項 15】 前記 Ag の含有量が、3.5～4.5 重量%である請求項 5 記載の太陽電池。

【請求項 16】 前記 Ag の含有量が、3.5～4.5 重量%である請求項 14 記載のストリング。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、太陽電池、特に鉛

フリーはんだでコーティングした太陽電池およびストリングとその材料に関する。

【0002】

【従来の技術】 はんだコーティングを行う場合における太陽電池の構造を図 1 に示す。エッチングが行われた P 型シリコン基板 1 の受光面となる片面側に n 型拡散層 2 が形成されており、さらに、その n 型拡散層 2 の上に表面反射率を低減させるための反射防止膜 3 が形成されている。一方、P 型シリコン基板 1 の裏面には、裏面アルミ電極 4 が形成されている。さらに、P 型シリコン基板 1 の裏面の一部と、受光面側の反射防止膜 3 には銀電極 5、6 が形成されている。そして、銀電極 5、6 に対しては、はんだ層 7 によるコーティングが施されている。

【0003】 このような太陽電池は図 2 に示すような方法により製造されていた。すなわち、結晶系シリコンの場合は、まず P 型シリコン基板 1 に対してエッチングを行う。これが基板エッチング工程である。そして、エッチングを行った P 型シリコン基板 1 に対して、受光面となる片面側に n 型拡散層 2 を形成する n 型拡散層形成工程を行い、その上に表面反射率を低減させるための反射防止膜 3 を形成する反射防止膜形成工程を行う。

【0004】 そして、P 型シリコン基板 1 の裏面には、A1 ペーストをスクリーン印刷法により、ほぼ全面に印刷し、乾燥させた後、高温で酸化性雰囲気中で焼成して裏面アルミ電極 4 を形成する。これが裏面アルミペースト印刷・乾燥・焼成工程である。

【0005】 さらにスクリーン印刷法により、P 型シリコン基板 1 の裏面の一部と、受光面側の反射防止膜へ銀ペーストをパターン状に印刷し、高温で酸化性雰囲気中で焼成して銀電極 5、6 を形成する。すなわち、裏面銀ペースト印刷を行った後乾燥させる裏面銀ペースト印刷・乾燥工程を行い、焼成させて銀電極 6 を形成し、さらに、受光面銀ペースト印刷を行った後乾燥させる受光面側銀ペースト・乾燥工程を行い、焼成させて銀電極 5 を形成する。なお、銀電極 5 と銀電極 6 とを焼成させる場合は同時に焼成させる同時焼成工程を行うことが可能である。その後、上述のようにして形成される太陽電池素子を、活性剤を含むフラックスへ常温で数 10 秒間浸漬させる。これがフラックス浸漬工程である。太陽電池素子をフラックスへ浸漬させた後、温風乾燥させ、約 195℃の 2 重量%銀入りの 6：4 共晶はんだ浴に約 1 分間浸漬して、銀電極 5、6 に対して、はんだ層 7 によるコーティングを行う。これがはんだコーティング工程である。

【0006】 はんだ層 7 によるコーティングが完了した後は、常温水中もしくは温水中での超音波洗浄を数回繰り返した後、最後に純水リンスを行い、温風乾燥を行う。これが洗浄・乾燥工程である。上述した工程により、太陽電池を製造が製造されるのである。

【0007】 一方、太陽電池をインターコネクターで接

続させたストリングは図3に示される。すなわち、図3は、従来のストリングを示す図で、太陽電池10の表面主電極11は6：4はんだでコーティングされており、複数の太陽電池10が、6：4はんだでコーティングされたインターコネクタ12で接続されている。このようなストリングは下記に示すような方法にて製造されていた。すなわち、銅リード線に6：4共晶はんだをコーティングしたインターコネクタ12を太陽電池10の主電極11に重ねて400℃程度の熱風吹付けにより溶融・冷却固化することにより接続する。これを表、裏と繰返してストリングを作製し、太陽電池モジュールの製造に供していた。

【0008】近年、環境問題の観点から、鉛の人体への害が問題視され、種々のデバイスから鉛を使用しない方向に開発が進んでいる。そして、太陽電池の製造においても、鉛を含有しない鉛フリーの状態での製造を行うことが業界から強く切望されている。

【0009】しかしながら、これまで鉛フリーのはんだを用いた太陽電池は生産されていなかった。たとえば、従来の6：4共晶はんだから鉛を除いたSn浴ではんだコーティングをおこなったところ、銀ペースト焼結体中の銀がSn浴中に取込まれてしまい、電極が所々で消滅し太陽電池化できないという問題があった。これはSnの融点が231.9℃と、6：4共晶はんだの183℃に比べ約50℃も高温となったためだと考えられる。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】本発明は上述の問題を解決するためのものであり、良好なセル特性を維持し、かつ、鉛を含まない鉛フリーはんだによりコーティングした太陽電池を提供することにある。また、本発明は、鉛フリーはんだでコーティングしたリード線を有するインターコネクタを提供するとともに、そのようなインターコネクタで太陽電池を接続した、信頼性を有するストリングを提供することをも目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】本発明に係る太陽電池は、鉛を含まない鉛フリーはんだでコーティングされた電極を有する太陽電池である。

【0012】また、本発明に係る太陽電池は、前記電極が、ペーストを焼成することにより形成された電極であることを特徴とする太陽電池である。

【0013】また、本発明に係る太陽電池は、前記電極が、金属蒸着法、スパッタリング法、もしくは、めっき法のいずれかにより形成された電極であることを特徴とする太陽電池である。

【0014】また、本発明に係る太陽電池は、前記鉛フリーはんだは、Sn-Bi-Ag系はんだであることを特徴とする太陽電池である。

【0015】また、本発明に係る太陽電池は、前記鉛フリーはんだは、Sn-Ag系はんだであることを特徴と

する太陽電池である。

【0016】また、本発明に係る太陽電池は、前記ペーストは、銀粉末と、ガラス粉末と、有機質ビヒクルと、有機溶媒と、酸化りんと、ハロゲン化合物と、を含有することを特徴とする太陽電池である。

【0017】また、本発明に係る太陽電池は、樹脂と溶剤と樹脂安定剤とからなるフラックスで洗浄された後、鉛を含まない鉛フリーはんだでコーティングされた電極を有する太陽電池である。

【0018】また、本発明に係る太陽電池用インターコネクタは、鉛フリーはんだでコーティングされた太陽電池用インターコネクタである。

【0019】また、本発明に係るストリングは、鉛を含まない鉛フリーはんだでコーティングされた電極を有する太陽電池を、鉛を含まない鉛フリーはんだでコーティングされた太陽電池用インターコネクタで配線したストリングである。

【0020】また、本発明に係るストリングは、前記太陽電池に使用される鉛フリーはんだと、前記インターコネクタに使用される鉛フリーはんだと、は同じ組成であるストリングである。

【0021】また、本発明に係るストリングは、前記太陽電池に使用される鉛フリーはんだ、もしくは、前記インターコネクタに使用される鉛フリーはんだ、の少なくともいずれか一方にBiを含有するストリングである。

【0022】また、本発明に係る太陽電池は、前記Biの含有量が、3～89重量%である太陽電池である。

【0023】また、本発明に係るストリングは、前記Biの含有量が、3～89重量%であるストリングである。

【0024】また、本発明に係るストリングは、前記太陽電池に使用される鉛フリーはんだ、もしくは、前記インターコネクタに使用される鉛フリーはんだ、の少なくともいずれか一方にAgを含有するストリングである。

【0025】また、本発明に係る太陽電池は、前記Agの含有量が、3.5～4.5重量%である太陽電池である。

【0026】また、本発明に係るストリングは、前記Agの含有量が、3.5～4.5重量%であるストリングである。

【0027】本発明に係る太陽電池は、鉛を含まない鉛フリーはんだでコーティングされた電極を有する太陽電池である。太陽電池の電極に対してコーティングすることにより、電極を機械的な衝撃および雰囲気中の湿度から保護することが可能である。また、太陽電池の電極に対してコーティングすることにより、太陽電池同士をインターコネクタにて接続する際に配線を容易にすることが可能である。

【0028】図4は本発明に係る太陽電池で、はんだ層8以外は図1の従来の太陽電池と同じである。すなわち、はんだ層8は、従来は6:4共晶はんだであるはんだ層7であったが、本実施例では鉛フリーはんだであるはんだ層8である。

【0029】鉛フリーはんだとしては、Sn-Bi-Ag系はんだまたはSn-Ag系はんだを使用することが可能である。Sn-Bi-Ag系はんだまたはSn-Ag系はんだは、Snはんだよりも融点の低いはんだである。ここで、Sn-Bi-Ag系はんだは、0.1%以上のAgを含むSn-Bi-Ag系はんだである。また、Sn-Ag系はんだは、0.1%以上のAgを含むSn-Ag系はんだである。Sn-Bi-Ag系はんだにおいて、Biの含有量が3~89重量%であれば好適である。また、Biの含有量が35~60重量%であればさらに好適である。このようにBiの含有量を設定するのは以下の理由によるものである。すなわち、はんだディップ工程を問題なく行うためには、現行のディップ温度である195℃程度で行うことが望ましく、少なくとも特性や信頼性などの点で実用上の限界である225℃以下で行う必要がある。225℃以下の融点となる組成は、0.1%Ag含有の場合においてBiが5~88重量%で、1.3%Ag含有の場合においてはBiが3~89重量%である。一方、195℃以下の融点となる組成は、0.1%Ag含有の場合においてBiが27~79重量%で、1.8%Ag含有の場合においてはBiが35~60重量%である。以上より、Sn-Bi-Ag系はんだにおいて、Biの含有量が3~89重量%であれば好適である。よって、Biの含有量が3~89重量%であれば好適であり、35~60重量%であればさらに好適である。同様にSn-Ag系はんだにおいても、225℃以下の融点となる組成は、Agが3.5~4.5重量%である。一方、195℃以下の融点となる組成は、この系では存在しない。以上よりSn-Ag系はんだにおいて、Agの含有量が3.5~4.5重量%が好適である。

【0030】太陽電池の電極を作製する際に使用する銀ペーストとしては、銀粉末と、ガラス粉末と、有機質ビヒクルと、有機溶媒とを主成分とし、塩化イリジウムと酸化りんを含むことを特徴とする銀ペースト材料を使用することができる。また、太陽電池の電極を作製する際に使用するフラックスとしては、ポリアルキルグリコール系樹脂と溶剤のみからなり、活性剤を含まないことを特徴とするフラックス材料を使用することができる。すなわち、樹脂と溶剤と樹脂安定剤とからなるフラックスを使用することができ、樹脂と溶剤と樹脂安定剤とからなるフラックスで洗浄された後、鉛フリーはんだで電極をコーティングすることができる。

【0031】太陽電池の電極は、ペーストを焼成することにより形成することが可能であり、また、金属蒸着

法、スパッタリング法、もしくは、めっき法のいずれかにより形成することも可能である。

【0032】また、本発明に係るインターコネクターは、鉛フリーはんだでコーティングされた太陽電池用インターコネクターである。

【0033】また、本発明に係るストリングは、鉛を含まない鉛フリーはんだでコーティングされた電極を有する太陽電池を、鉛を含まない鉛フリーはんだでコーティングされたリード線を有するインターコネクターで配線したストリングである。図5は本発明に係る太陽電池を用いたストリングを示すもので、太陽電池10の表面主電極21は、鉛フリーはんだでコーティングされており、複数の太陽電池10が、鉛フリーはんだでコーティングされたリード線を有するインターコネクター22で接続されている。ここで、太陽電池に使用される鉛フリーはんだと、インターコネクターに使用される鉛フリーはんだとが同じ組成であれば、製造工程における加工が簡単で安定しているという利点が得られる。なお、太陽電池に使用される鉛フリーはんだと、インターコネクターに使用される鉛フリーはんだとが異なる場合は、それぞれの融点異なるため、はんだ付け工程での微妙な温度調整などが必要となってくる。

【0034】また、太陽電池に使用される鉛フリーはんだ、もしくは、インターコネクターに使用される鉛フリーはんだ、の少なくともいずれか一方にAgを含有することにより、以下の効果がある。すなわち、太陽電池に使用される鉛フリーはんだにAgを含めることは、太陽電池のAgペースト電極中に含まれるAgの溶出を著しく遅らせる効果がある。一方、太陽電池電極側はんだにAgが含まれていない場合でも、インターコネクターに使用される鉛フリーはんだにAgを含めることによって、インターコネクターはんだ付け工程でのAgペースト電極からのAgの溶出を少しでも低減させることが可能である。

【0035】また、太陽電池に使用される鉛フリーはんだ、もしくは、インターコネクターに使用される鉛フリーはんだ、の少なくともいずれか一方にBiを含有する場合、太陽電池の電極とインターコネクターのリード線とを、鉛フリーはんだの融点を下げることなしに接続することが可能である。ここで、Biの含有量は、3~89重量%であれば好適であり、35~60重量%であればさらに好適である。同様に、太陽電池に使用される鉛フリーはんだもしくはインターコネクターに使用される鉛フリーはんだの少なくとも一方がSn-Ag系の場合、そのAgの含有量は3.5~4.5重量%が好適である。

【0036】

【発明の実施の形態】（実施の形態1）図4に示されるように、テクスチャエッチングされたP型シリコン基板1の片側表面に、Pの熱拡散によりn型拡散層2を形成

し、その上に反射防止膜3としてプラズマCVD法によりシリコン窒化膜を形成した。裏面に市販のアルミペーストをスクリーン印刷法にて印刷し150℃程度で乾燥の後、空气中で焼成し裏面アルミ電極4を形成した。

【0037】片側表面にn型拡散層2および反射防止膜3を設け、さらに、裏面に裏面アルミ電極4を設けたP型シリコン基板1に対して、銀ペースト焼成、蒸着法、スパッタリング法、もしくは、めっき法にて、電極形成を行うことができる。

【0038】銀ペースト焼成により電極形成を行う場合は下記に示す手順にて行うことができる。すなわち、表1の組成からなる銀ペーストをペースト法にて、P型シリコン基板1の裏面の所定位置に約30ミクロン厚に印刷し、150℃で約4分乾燥する。次いでP型シリコン基板1の受光面側へ銀ペーストをパターン状に印刷して乾燥後、600℃の温度条件下、酸性雰囲気中で2分間焼成することにより表裏面の銀電極5、6を形成することができる。

【0039】

【表1】

成 分	比率(wt%)
銀粉	79
ガラスフリット	2.5
有機ビヒクル	7.5
五酸化りん	0.1
溶剤	10.895
塩化イリジウム	0.005

【0040】また、蒸着法により電極形成を行う場合は下記に示す手順にて行うことができる。すなわち、反射防止膜表面にレジスト法により、所定のパターンを抜き、HFで反射防止膜をエッチング除去して、乾燥させた後、70℃程度の温度条件下で、Ti、Pd、Agの順にそれぞれ0.1、0.1、1μmの厚さで蒸着を行う。その後、レジストを剥離させた後、350℃の温度条件下、窒素中で熱処理を行うことにより銀電極を形成することができる。なお、スパッタリング法にて銀電極を形成する場合においても、電極形成の手順は蒸着法による手順と同様に行うことが可能である。

【0041】また、めっき法にて電極形成を行う場合は下記に示す手順にて行うことができる。すなわち、反射防止膜表面にレジスト法により、所定のパターンを抜

*

	はんだ組成	FF不良数			
		ペースト焼成法	蒸着法	スパッタリング法	めっき法
本発明	表3	0/5	0/5	0/5	0/5
従来法	Snのみ	5/5	5/5	5/5	5/5

【0047】はんだ組成が、Sn-Bi-Ag系もしくはSn-Ag系のいずれの場合、電極形成方法にかかわらず、FF値において不良と判定されるものはなかつ

50

* き、HFで反射防止膜をエッチング除去を行う。そして、めっき前処理を行った後、Ni、Agの無電解めっきをそれぞれ0.5、2.5μmの厚さで形成する。その後レジスト剥離を行い、150℃窒素中で熱処理することにより銀電極を形成することができる。

【0042】銀電極を形成させた太陽電池セルを、表2の組成のフラックス中へ浸漬し、熱風乾燥後、表3に示す組成のはんだ浴に浸漬し、はんだ層8を形成することができる。はんだには濡れ性向上のため微量のりんやアンチモン、ガリウムを含有させることが可能である。その後、純水もしくは温純水でリンスを行った後、乾燥させ太陽電池を完成させた。なお、表3には鉛フリーはんだとして、Sn-Bi-Ag系はんだと、Sn-Ag系はんだとが記載してあるが、いずれのものであっても電極を被覆することができる。

【0043】

【表2】

成 分	比率(wt%)
ポリアルキルグリコール系樹脂	49.9
アルコール	49.9
アミン系安定剤	0.2

【0044】

【表3】

鉛フリーはんだ	ディップ温度(℃)
Sn-Bi-Ag系	193
Sn-Ag	222

【0045】この太陽電池の特性検査を行い、FF値が0.69以下のものを不良と判定した。銀ペースト焼結体のはんだ浴に食われる現象、すなわち、銀ペースト焼結体中の銀がSn浴中に取り込まれてしまい電極が所々で消滅して太陽電池化できないという現象が発生した際には、FF値が大幅に低下し、不良を容易に判断できる。従来法としてのSnのみ浴との比較結果を表4に示す。電極の形成は、ペースト焼成法、蒸着法、スパッタリング法、めっき法のそれぞれの形成方法を使用した。なお試験数は5であった。本発明に係るめっき組成は、Sn-Bi-Ag系はんだ、もしくは、Sn-Ag系はんだの双方にて電極の被覆を行った。

【0046】

【表4】

た。一方、はんだ組成が、Snのみの場合は、電極形成方法がいずれの場合であっても、試験数5の全てにおいてFF値の不良が判定された。

【0048】したがって、Snはんだに比べて低温化はんだであるSn-Bi-Ag系はんだもしくはSn-Ag系はんだを使用することにより、ペースト焼成法、蒸着法、スパッタリング法、めっき法のうちのいずれの電極形成方法であっても、金属電極に対して良好なはんだコーティングが可能であることが理解できる。

【0049】なお、ペースト焼成法、蒸着法、スパッタリング法、めっき法のうちのいずれの電極形成方法であっても、銀を上層金属とする代わりに、銅などを上層金属として使用することができる。なお、上層金属とは、めっき法や蒸着法の場合、2～3種類の金属を順番に形成することが一般的であるが、その際の最も外側の層にある金属のことである。また、めっき法においては無電解めっきのみならず電解めっき法にても電極形成を行うことができる。また、本発明に係る太陽電池は、はんだ材料を変更するのみであり、何ら複雑さは無く、従来の*

*太陽電池形成工程を全てそのまま適用することができる。

【0050】（実施の形態2）鉛フリーはんだ材料に対する銀ペースト材料の比較を行った。銀ペーストとしては、銀粉末と、ガラス粉末と、有機質ビヒクルと、有機溶媒と、酸化りんと、ハロゲン化合物と、を含有する銀ペーストを使用した。具体的には、表1に記載された銀ペーストである。一方、比較例としては市販品の銀ペースト（DuPont社8050S）を用いた。セル化の手順としては実施の形態1に記載したのと同様のセル化手順を使用した。なお、電極形成手法としては実施の形態1と同様の手法を用いた。FF値についての評価手法としても実施の形態1にて説明した通りである。結果を表5に示す。試験数は5とした。

【0051】

【表5】

	はんだの組成	FF不良数	
		表1記載の銀ペースト	市販の銀ペースト
本発明	表3	0/5	5/5
従来法	Snのみ	5/5	5/5

【0052】はんだ材料としては、Sn-Bi-Ag系はんだもしくはSn-Ag系はんだのいずれのはんだを使用した場合においても、表1記載の銀ペーストを使用して電極を形成した場合、FF値が不良であるFF不良数は無かった。一方、Snはんだを使用した場合、表1記載の銀ペーストを使用して電極を形成したとしても、試験数5の全てにおいてFF不良であった。なお、Sn-Bi-Ag系はんだもしくはSn-Ag系はんだのいずれのはんだを使用した場合においても、市販の銀ペーストを使用して電極を形成した場合、試験数5の全てにおいてFF不良であった。また、Snはんだを使用し、市販の銀ペーストを使用して電極を形成した場合、試験数5の全てにおいてFF不良であった。表5の結果から、市販の銀ペーストを用いて電極を形成した場合、表3に記載されたはんだ浴であっても、はんだコーティングが不十分であることがわかる。

【0053】（実施の形態3）実施の形態3ではフラックス材料の比較を行った。電極形成に使用する銀ペーストは表1に記載されたものを用いた。フラックスは、表2に記載されたフラックスと、市販品のフラックス（サンワ化学製SF-60）と、を使用して両者を比較し ※

※た。なお、市販品のフラックス（サンワ化学製SF-60）はハロゲン化合物を含んでいる。

【0054】セル化の手順としては実施の形態1に記載したのと同様のセル化手順を使用した。なお、電極形成手法としては実施の形態1と同様の手法を用いた。FF値についての評価手法としても実施の形態1にて説明した通りである。試験数は5とした。FF値が不良となる場合のFF不良数を判定した。

【0055】一方、簡易的な信頼性評価として耐湿性試験（85℃、85%RH、500h）後の外観検査を加えた。この耐湿性試験は、はんだコーティングを終えたセルを上記方法にて洗浄乾燥したセルに対して実施するもので、ハロゲンなど腐食性物質の洗浄が不充分であればはんだや銀が変色する、あるいは腐食粉を生成し不良を容易に判別できることがわかっている。耐湿性試験の結果、不良と判別されたものを信頼性不良と判断した。上述のFF不良数の結果と信頼性不良数の結果とを表6に示す。

【0056】

【表6】

	はんだ組成	評価項目	フラックス	
			表2記載	市販品
本発明	表3	FF不良数	0/5	0/5
		信頼性不良数	0/5	4/5
従来法	Snのみ	FF不良数	5/5	5/5
		信頼性不良数	-	-

【0057】表6の結果から、表2記載のフラックスを使用した場合においては、鉛フリーはんだ組成を用いる

と、電極コーティングにおいて不良数が無く、しかも信頼性においても不良数がないことが理解できる。一方、

市販の活性剤を含むフラックスを使用した場合においては、鉛フリーはんだ組成を用いると、電極コーティングはできるものの、信頼性においてはほとんどが不良となり、実用的でないことがわかる。

【0058】（実施の形態4）実施の形態4では、太陽電池の電極を被覆するはんだ組成と、インターコネクタ*

太陽電池側 はんだ組成	インターコネクタ側 はんだ組成	はんだ付き性	ストリング状態 での信頼性
Sn-Bi-Ag	Sn-Bi-Ag	○	○
Sn-Bi-Ag	Sn-Ag	○	○
Sn-Ag	Sn-Bi-Ag	○	○
Sn-Ag	Sn-Ag	○	○

【0060】結果として、いずれの組合せでもストリングを形成するに際して配線接続が可能であり、しかもストリング状態での信頼性も有していることがわかる。

【0061】

【実施例】図4に示されるような本発明に係る太陽電池を下記のような手法で作製した。すなわち、テクスチャエッチングされた厚さ330ミクロンで、125mm角型のP型シリコン基板1の片側表面に、900℃のPの熱拡散により約50Ω/□の面抵抗値をもつn型拡散層2を形成し、その上に反射防止膜3としてプラズマCVD法により約60nmのシリコン窒化膜を形成した。裏面に市販のアルミペースト4をスクリーン印刷法にて印刷し150℃程度で乾燥のち、空气中700℃で焼成し裏アルミ電極4を形成した。

【0062】続いて、銀ペースト焼成法にて電極を形成した。すなわち、表1の組成からなる銀ペースト6を同法にて裏面の所定の位置に約30ミクロン厚に印刷し150℃で約4分乾燥した。次いで受光面側へ銀ペースト5をパターン状に印刷・乾燥後、600℃、酸化性雰囲気中で2分間焼成することにより表裏面の銀電極を形成した。

【0063】このようにして作製した太陽電池化セルを表2の組成のフラックス中へ常温下1分間浸漬し、100℃1分間の熱風乾燥後、表3に示す組成のはんだ浴に1分間浸漬し、はんだ層8を形成した。はんだには濡れ性向上のため微量のりんやアンチモン、ガリウムが含有される。これを純水、温純水で計5分間のリンスの後、乾燥させ太陽電池を完成させた。

【0064】また、本発明に係るインターコネクタは、所望の組成のはんだ浴に、幅が2mmで厚さが0.2mmの銅線を浸漬し、一定速度で巻取り引出すという方法で製造することが可能である。

【0065】また、本発明に係るストリングは、下記のように製造される。すなわち、図3に示すように、所望の長さにカットしたインターコネクタを太陽電池の受光面電極に接するようにセットし、インターコネクタごと400℃程度の熱風を吹付け、そのはんだ同士をい

*一側のリード線を被覆するはんだ組成と、の組み合わせることにより、はんだ付け性およびストリング状態での信頼性を評価した。はんだ付けにおいてフラックスは使用していない。結果を表7に示す。

【0059】

【表7】

ったん融解させた後、冷却・固化することでインターコネクタと太陽電池とを一体化させる。その後、太陽電池の裏面側電極に対しても、太陽電池を反転するなどし、同様の工程を行うことで、本発明に係るストリングを製造することが可能である。

【0066】なお、今回開示された実施の形態および実施例はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

【0067】

【発明の効果】本発明に係る太陽電池は、鉛を含まない鉛フリーはんだでコーティングされた太陽電池であり、環境問題を解決しつつ、良好なセル特性を維持し、信頼性の高い太陽電池である。また、本発明に係る太陽電池を、鉛フリーはんだでコーティングされた太陽電池用インターコネクタで接続したストリングは、環境問題を解決しつつ、信頼性を有するストリングである。本発明に係る太陽電池は、従来の太陽電池を製造する際に、はんだ材料を変更するだけで製造できる。したがって、従来の太陽電池の製造方法を利用することで簡易に本発明に係る太陽電池を製造することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 従来の太陽電池の断面図である。

【図2】 太陽電池の製造工程を説明する図である。

【図3】 従来のストリングを説明する図である。

【図4】 本発明に係る太陽電池の断面図である。

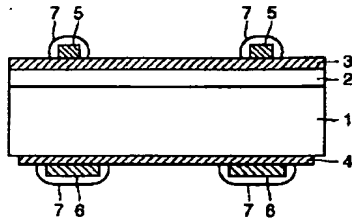
【図5】 本発明に係るストリングを説明する図である。

【符号の説明】

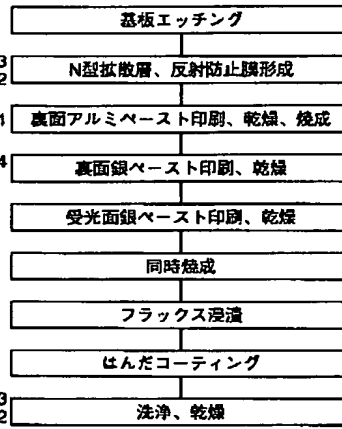
1 P型シリコン基板、2 n型拡散層、3 反射防止膜、4 裏面アルミ電極、5、6 銀電極、7 はんだ層、8 はんだ層、10 太陽電池、11 6：4はんだでコーティングされた主電極、12 6：4はんだでコーティングされたインターコネクタ、21 鉛フリーはんだでコーティングされた主電極、22 鉛フリー

はんだでコーティングされたインターコネクター。

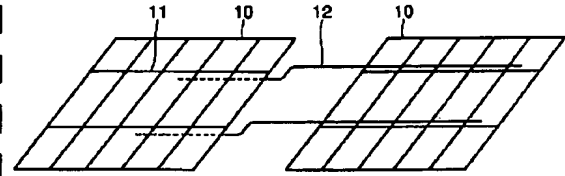
【図1】



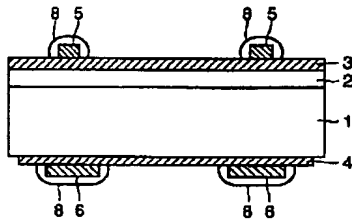
【図2】



【図3】



【図4】



【図5】

